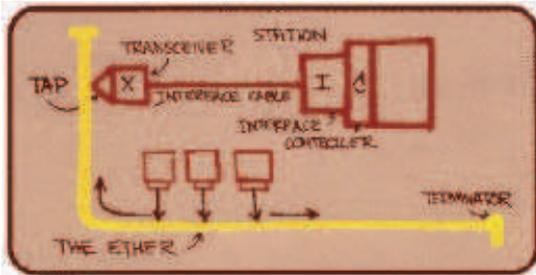


TECHNOLOGIE

Ethernet industriel, quelle réalité ?



Dessin de Bob Metcalf présentant le réseau Ethernet.

Ethernet industriel se profile pour remplacer les bus de terrain qui ont pris de l'âge. On rencontre aujourd'hui plus d'une dizaine de propositions d'Ethernet industriel incompatibles entre elles. Les unes se contentent d'ajouter une messagerie industrielle. D'autres ajoutent une politique d'accès pour offrir des garanties temporelles. D'autres encore modifient plus profondément le protocole. Le résultat est intéressant, mais est-ce encore de l'Ethernet? Nous verrons qu'il existe une autre voie qui consiste à prendre Ethernet sous sa forme moderne pour obtenir des garanties tout en restant parfaitement standard.

L'idée d'utiliser Ethernet en milieu industriel remonte à plus de vingt ans. Des entreprises telles que Siemens ou Compex vendaient alors des produits industriels utilisant Ethernet avec

ou sans modifications. Depuis cette époque, Ethernet est présent dans les ateliers surtout au niveau supervision, entre les automates industriels et les ordinateurs de coordination. De nombreuses solutions coexistent sous le vocable de réseau de terrain au plus bas niveau, celui des capteurs et actionneurs, régulateurs et variateurs. Alors d'où vient l'engouement soudain pour ce qui est désigné sous le vocable d'Industrial Ethernet ou Ethernet industriel ?

Une des raisons pourrait bien être les limites en performances des réseaux de terrain. Ceux-ci ont été pour la plupart développés dans les années 1980. Avec l'évolution des besoins, ces solutions ne permettraient plus, semble-t-il, de satisfaire les besoins actuels. On peut aussi penser que certains constructeurs y voient de nouveaux débouchés.

Ethernet industriel regroupe en fait plus d'une dizaine de propositions qui sont incompatibles entre elles. L'objectif n'est pas ici de les détailler mais d'analyser leurs avantages et limitations principales par rapport à l'objectif qui est de prendre la succession des réseaux de terrain actuels. Dans un premier temps, nous rappellerons les principaux besoins à couvrir. Une deuxième partie présentera les principes de fonctionnement d'Ethernet et ses diverses variantes. L'accent sera mis sur les aspects temporels. La fin de cet article sera consacrée à l'analyse de différentes solutions proposées sous le vocable Ethernet industriel.

Comment fonctionnent les applications ?

Les applications de contrôle opèrent selon deux principes généraux, le temps logique (time-triggered) et le temps physique (event-triggered). Dans la première approche, une application attend le début du cycle, lit les données d'entrée, effectue un calcul sur la base de ces données, de paramètres et de consignes reçues du niveau supérieur, puis met le résultat à disposition. Au plus bas niveau d'automatisme, les entrées et sorties correspondent à des capteurs et des actionneurs. A plus haut niveau, les entrées peuvent être des états des niveaux inférieurs et les sorties des consignes pour ces mêmes niveaux. Dans un certain nombre de cas, comme les asservissements ou traitement du signal, la durée du cycle doit être constante. On parle alors de périodicité.

Comme il est difficile d'assurer un cycle de durée strictement constante, on indiquera la variation maximale par rapport à la durée voulue ce qu'on appelle la gigue (jitter). Dans tous les cas, les informations d'entrée et, dans une moindre mesure, les données de sorties doivent être cohérentes temporellement, c'est-à-dire qu'elles doivent avoir été produites ou acquises au même moment (avec une certaine tolérance).

Une application de type temps physique va attendre l'occurrence d'un événement. Ce peut être une commande du niveau supérieur ou une alarme. Lorsqu'un tel événement lui est notifié, l'application effectue un calcul pour déterminer la réponse appropriée en fonction de son état, de l'événement et de paramètres. Cette réponse est souvent envoyée à une autre application sous la forme d'un événement. Le temps entre l'occurrence de l'événement et l'envoi de la réponse doit être borné. Cette valeur est spécifiée dans le cahier des charges de l'application. Finalement, pour l'application, l'ordre dans lequel les événements se produisent est important car la réponse dépend souvent de celui-ci.

Les besoins en communication

Les réseaux sont utilisés pour convoier les informations depuis les capteurs, vers les actionneurs et entre les applications. Le fonctionnement des applications a donc un impact direct sur les besoins. Le réseau qui met en communication deux applications de type temps logique devra offrir la possibilité de transmettre de l'information de manière cyclique ou périodique avec une gigue bornée. Il devra indiquer la cohérence temporelle des données transportées et permettre l'échantillonnage simultané des celles-ci.

SEPEM Industries

Salons des Services, Equipements, Process Et Maintenance

Les salons des solutions "coeur d'usine" pour toutes les industries*

DOUAI Gayant

27-28-29 janvier 2009

10 750 SITES DE PRODUCTION TOUS SECTEURS

2^{ème} EDITION : 300 Exposants

NORD

ANGERS Parc Expo

9-10-11 juin 2009

NOUVEAU ! 280 Exposants

10 150 SITES DE PRODUCTION TOUS SECTEURS

CENTRE OUEST

Renseignements et inscription : www.sepem-industries.com

Réservez votre stand au 05.53.49.53.00

CERTAINS SAVENT DEJA QU'EXPOSER EN "REGION" N'EST PAS UN GROS MOT... ET VOUS ?

EVAN

BP 17 - 47150 Monflanquin (France)

Tél : +33 (0)5 53 49 53 00 - Fax : +33 (0)5 53 49 53 01

mail : contact@evan-pro.com

TECHNOLOGIE

De manière générale, le réseau devra permettre la synchronisation d'applications. Notons que, contrairement à une affirmation très répandue, ce synchronisme peut s'obtenir même s'il y a une gigue importante dans les échanges. Il suffit d'utiliser des horloges synchronisées et de déclencher les actions sur la base du temps et non de la réception de messages de synchronisation.

Pour des applications de type temps physique, le réseau devra transporter les événements dans un temps borné tout en indiquant l'ordre dans lequel ces événements se sont produits (qui n'est pas nécessairement l'ordre dans lequel ils sont transférés sur le réseau).

De manière générale, il faudra pouvoir répondre aux questions suivantes :

- Le réseau sera-t-il capable de tenir un trafic donné (quantité d'information transférée à une certaine période avec une échéance donnée) ?
- Quel est le temps maximal de transfert d'un événement ?
- Que se passe-t-il dans le cas où mon réseau passe temporairement en surcharge (ce qui est pratiquement inévitable) ?
- Quelle sera la gigue maximale sur le trafic périodique ? Et sur la synchronisation des applications ?

Le réseau devra assurer bien d'autres fonctions telles que le transfert de programmes et de configurations, offrir des outils de configuration, de diagnostic et de maintenance, mais cela sort du cadre du présent article.

Le bon vieux Ethernet

Ethernet a été créé en 1976 par Bob Metcalf et David Boggs. L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) publie son premier standard sur 802.3 en 1985. Ethernet et IEEE 802.3 sont pratiquement identiques et les noms s'utilisent aujourd'hui de manière interchangeable pour désigner le standard de l'IEEE. Le principe d'Ethernet est que toutes les stations sont connectées en dérivation sur le même câble. Ce qu'émet une station est donc entendu par toutes les autres stations. On est dans la situation d'un groupe de personnes dans une même salle, chacun peut entendre ce que l'autre dit à condition qu'une seule personne parle à la fois.

Tout le génie d'Ethernet est d'avoir inventé un moyen de permettre à chacun de parler sans qu'un coordinateur central joue les chefs d'orchestre. Le principe est le suivant. Une station qui désire émettre écoute si une autre station émet déjà. Si ce n'est pas le cas, elle émet. Sinon, elle attend que le canal soit libre et émet. Tout en émettant, elle écoute ce qui est transmis. Si c'est différent de ce qu'elle émet, cela veut dire qu'une autre station a aussi commencé à émettre, elle arrête alors d'émettre son message et envoie une courte séquence de brouillage qui indique à toutes les stations en écoute qu'une collision s'est produite. L'autre

station émettrice fera de même. Comme les stations peuvent être assez éloignées les unes des autres, le temps de propagation des ondes sur le câble (5 ns/m environ) fait que les messages doivent posséder une longueur minimale pour que les collisions soient détectées. La norme a choisi une longueur minimale de 512 bits qui reste en vigueur encore aujourd'hui.

On voit qu'en absence de collision, le délai d'attente avant transmission est presque nul. Dès qu'une collision est détectée, les émetteurs se préparent à ré-émettre. Pour cela, ils choisissent aléatoirement (le but est que les deux stations ne réémettent pas en même temps si possible) un nombre entier dans l'intervalle de backoff. Ce nombre entier est multiplié par une constante (5,12 μ s à 100 Mbits/s) pour donner la durée d'attente avant ré-émission. Passée cette durée, la station écoute à nouveau le canal et émet si elle ne détecte aucune émission. L'intervalle de backoff est initialement [0,1]. Il double à chaque échec pour plafonner à [0...1023] au bout de dix échecs consécutifs. Au bout de seize échecs consécutifs, la transmission est abandonnée. Dès que la transmission est couronnée de succès, l'intervalle reprend sa valeur initiale. Cette politique d'accès au canal s'adapte donc à la quantité de trafic en ralentissant l'accès lorsque le canal est occupé, ce qu'indique l'augmentation du nombre de collisions.

Il est intéressant de noter les grandes qualités de la version originale d'Ethernet qui est une variante de CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). En pratique :

- on peut faire fonctionner un réseau à près de 100 % de sa capacité quand les paquets sont tous longs;
- quand les paquets sont courts (ce qui est souvent le cas en milieu industriel), l'utilisation chute mais reste bien supérieure aux 37 % indiqués par bien des ouvrages comme étant la limite théorique;
- le délai de transmission et la variation de ce délai croissent avec le nombre des stations et la taille des paquets. A 10 Mbits/s, on obtient 2 à 3 ms de délai et 20 ms d'écart type pour 25 stations et des paquets de 64 octets. Ces résultats sont toujours d'actualité car ils s'appliquent aussi aux réseaux basés sur des "hubs".

Jean-Dominique Decotignie responsable du groupe temps réel et réseaux du CSEM (Centre Suisse d'Électronique et de Microtechnique). JDD est aussi professeur à la faculté d'informatique et communications de l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne).

La seconde partie de l'article de Jean-Dominique Decotignie sera éditée dans le numéro de Novembre du Monde de l'Industrie.





Éléments de protection en matières plastiques pour tous les cas.

presque



Programme standard avec plus de 3 000 références.

Demandez maintenant et sans engagement notre catalogue général actuel gratuit et utilisez notre recherche de produits en ligne sur le site convivial www.kapsto.com !

**MIDEST
Hall 6 - Allée J
Stand N° 77**



PÖPPELMANN
KAPSTO : UNE MARQUE DE PÖPPELMANN
Plastiques Pöppelmann France S.A.S.
3 rue Robert Schuman | B.P. 87 | 68172 Rixheim Cedex
Tél. 03 89 63 33 10 | Fax 03 89 44 04 77
kapsto-fr@poeppelemann.com | www.kapsto.com

INFO B1537



Connecteurs à ressort - Connexions fiables



- Connecteurs à pas de 3,5 mm & 5 mm
- Bornes à circuits imprimés à pas de 5 mm & 7,5 mm
- Bornes à pas de 10 mm

www.wecogroup.com INFO B1538